

Параметр	Размерность	Расчетное значение	Значение для верификации	Относительное отклонение, %
Электрическая мощность топливного компрессора	МВт	-2.39	—	—
Электрическая мощность насосов	МВт	-0.97	—	—
Электрическая мощность ПГУ (брутто)	МВт	231.38	—	—
Электрическая мощность ПГУ (нетто)	МВт	228.01	—	—
Подведенная теплота	МВт	455.87	—	—
КПД ГТУ (брутто)	МВт	35.95	—	—
КПД КУ	МВт	72.63	—	—
КПД ПТ (брутто)	МВт	27.2	—	—
КПД ПГУ (брутто)	МВт	50.76	—	—
КПД ПГУ (нетто)	МВт	50.02	—	—

Таким образом, в данной работе получена расчетная модель тепловой схемы ПГУ-230. В дальнейшем параметры газа за КУ будут использоваться в расчете карбонизации золы ТБО.

Список использованных источников

1. Dindi A., Quanga D.V., Vegab L.F., Nashefa E., Abu-Zahraa M.R.M. Applications of fly ash for CO₂ capture, utilization, and storage, Journal of CO₂ Utilization. 29 (2019) 82-102.
2. Peng D.Y., Robinson D.B. (1976). A new two-constant equation of state. Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals, 15, 59–64, 1976/02/01.
3. Paolo Chiesa and Ennio Macchi (2002). A thermodynamic analysis of different options to break 60 % electric efficiency in Combined Cycle Power Plants. Proceedings of ASME TURBO EXPO 2002 June 3-6, 2002, Amsterdam, The Netherlands.

УДК 621.783.223.5

М. А. Путилов, В. И. Матюхин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ОБЗОР ПРОЕКТА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕВООРУЖЕНИЮ ПЕЧИ НАГРЕВА РЕЛЬСОВ ПЕРЕД ЗАКАЛКОЙ

Аннотация. Железнодорожным рельсам необходима термическая обработка для получения требуемых при эксплуатации механических свойств. В качестве термической обработки применяется закалка. Для нагрева рельсов перед закалкой используются проходные роликовые печи. Многие из существующих агрегатов эксплуатируются в течение десятилетий. Для повышения эффективности и надежности требуется производить

модернизацию оборудования. В данной работе рассмотрен проект технического перевооружения печи для закалки рельсов. Выполнен анализ исходного положения и показателей работы, а также предложены новые технические решения.

Ключевые слова: закалочная печь, конвективно-методическая камера, техническое перевооружение, нагрев рельсов, тепловой режим, газовый режим, гидравлический режим.

Abstract. Railway rails require heat treatment to obtain the mechanical properties required during operation. As a heat treatment, quenching is used. Pass-through roller furnaces are used to heat the rails before quenching. Many of the existing units have been in operation for decades. To increase efficiency and reliability, it is necessary to upgrade the equipment. In this paper, the project of technical re-equipment of the furnace for quenching rails is considered. The analysis of the initial position and performance indicators is carried out, as well as new technical solutions are proposed.

Key words: hardening furnace, convective-methodical chamber, technical re-equipment, rail heating, thermal mode, gas mode, hydraulic mode.

На площадке рельсобалочного цеха АО «ЕВРАЗ-НТМК» в г. Нижний Тагил существует печь для нагрева рельсов перед закалкой. Печь была введена в эксплуатацию в июле 1966г. В связи с длительным сроком эксплуатации, печь физически и морально устарела. Футеровка печи негерметична. Принято решение провести работы по проектированию и поставке оборудования для технического перевооружения печи.

Целью работы является – разработка проекта по модернизации системы отопления печи, оптимизации параметров теплового, газового и гидравлического режимов для обеспечения равномерности нагрева по длине и сечению рельса, улучшение теплотехнических параметров работы печи за счет внедрения конвективной методической камеры струйного нагрева, повышение надежности конструктивных элементов, механизмов, узлов и систем печи и уровня промышленной безопасности в соответствии с действующими нормами и регламентами РФ.

Рассмотрим исходное положение печи и ее характеристики. Закалочная печь предназначена для нагрева рельсов до температуры 820-850 °С перед объемной закалкой их в масле.

Габаритные размеры печи по кладке:

Длина – 186,6 м;

Ширина – 3,94 м.

По длине печь разделена на 7 тепловых зон. В первых пяти зонах происходит нагрев рельсов до заданной температуры, шестая – зона выдержки для выравнивания температуры по сечению рельсов, седьмая зона – камера боковой выдачи.

Рельсы транспортируются с помощью роликового пода. Рабочее пространство печи представляет из себя тоннель шириной 3016 мм, и высотой от уровня пода до верхней отметки арочного свода печи 2683 мм. По ширине печи рельсы укладываются пакетом в количестве 9-11 шт.

Каждая зона печи, за исключением седьмой, поделена на съемные секции. Секция имеет стальной кожух, футерованный изнутри огнеупорными и теплоизоляционными кирпичами.

На печи установлены инжекционные горелки в количестве 520 шт. Горелки располагаются в боковых стенах в два ряда по высоте над и под роликами. В

качестве топлива используется коксо доменная смесь калорийностью 1450-1550 ккал/м³. Продукты горения из тепловых зон через отверстия, расположенные в подду печи, поступают в сборный боров, удаляются с помощью дымососа через котел-утилизатор в дымовую трубу высотой 70 м. Дымовые газы от зон 6-7 удаляются через дымовую трубу 35 м за счет естественной тяги.

Основные предлагаемые технические решения:

- произвести замену ГГУ и запорно-регулирующую арматуру на современные двухпроводные автоматизированные скоростные горелки, работающие на природном газе с индивидуальным управлением;
- произвести полную замену футеровки с учетом нового расположения горелок, узлов герметизации роликов, установки термоэлектрических преобразователей;
- произвести ремонт роликов и полную замену мотор-редукторов;
- произвести ремонт кожуха и каркаса печи с учетом проектной установки новой системы отопления и дополнительного оборудования;
- организовать систему регулирования давления в печи. Дооборудовать дымовой тракт дополнительными шиберами с исполнительными механизмами для организации гидравлического режима с противоточной схемой движения дымовых газов и садки [1];
- герметизировать входной и выходной затворы;
- с целью равномерного нагрева рельсов с минимальными термическими напряжениями и улучшения теплотехнических параметров работы печи, предусмотреть конвективную методическую камеру струйного нагрева;
- установить новую систему АСУТП для управления параметрами режимов печи, визуализации, аварийных сигнализаций и блокировок. Установить датчики-сигнализаторы контроля загазованности по метану и монооксид углерода.

Большое внимание уделяется гидравлическому режиму печи, т.к. из происходящих в печи процессов ведущими следует считать движение газов и затем горение топлива [2].

Инновационным решением текущего технического перевооружения является создание конвективно-методической камеры струйного нагрева способной утилизировать до 1,5 МВт теплоты отходящих газов.

По длине печь включает холостой предварительный тамбур и 5 технологических тепловых камер. Рассмотрим каждую из них.

1. Предварительный холостой тамбур для организованного дымоудаления продуктов сгорания природного газов из рабочего пространства печи в существующие дымовой тракт и трубу;

2. Конвективно-методическая камера для струйного нагрева рельсов до температуры 150-200 °С с использованием тепла уходящих газов из камер нагрева и выдержки;

3. Камера нагрева 1 для нагрева рельсов до температуры 650-700 °С за счет импульсного управления горением;

4. Камера нагрева 2 для нагрева рельсов до технологически требуемой температуры до 900 °С за счет сжигания природного газа с применением высокоскоростных горелок и системы импульсного управления горением;

5. Камера выдержки для выравнивания температур по сечению и длине с заданной точностью;

6. Камера выгрузки для передачи рельс поштучно на рольганг перед закалочной машиной.

Планируется выполнение теплотехнических расчетов для реализации заданного графика нагрева рельсов, подбор газогорелочных устройств, запорно-регулирующей арматуры, вентиляторов воздуха горения, аппаратно-технических средств и программных продуктов АСУТП. Кроме того, планируется создание 3D модели печи с помощью систем трехмерного моделирования.

Окончательные технические решения будут приняты по результатам математического моделирования процессов нагрева рельсов.

Результатами технического перевооружения являются:

- повышение КПД печи, при помощи утилизации теплоты от дымовых газов;
- минимизация окалинообразования;
- повышение равномерности нагрева рельсов. Допустимый перепад температуры по сечению рельса не более ± 5 °С.

Список использованных источников

1. Теплотехнические расчеты металлургических печей: учеб. пособие для металлург. специальностей вузов / Под общ. ред. канд. техн. наук А. С. Телегина Изд. 3, перер. и доп. – М.: Металлургия, 1983. – 368 с.

2. Зобнин Б.Ф. Нагревательные печи / Б.Ф. Зобнин. – М.: Машиностроение, 1964. – 311 с.

УДК 621.783+669.3.055

А. Д. Романова, М. Д. Казяев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ КАМЕРНЫХ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОЛСТОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТА

Аннотация. Термическая обработка машиностроительной продукции производится, в основном, в камерных печах. Для получения равномерного нагрева изделий применяют двухстороннее, двухъярусное отопление рабочего пространства печей горелками. В современных печах используют скоростные рекуперативные горелки. В представленной